

17. 06. 2004

**Europäisches
Patentamt****European
Patent Office****Office européen
des brevets**

EPO 4/6556

REC'D 22 NOV 2004

WIPO

PCT

Bescheinigung**Certificate****Attestation**

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03015495.9

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

Best Available Copy



Anmeldung Nr:
Application no.: 03015495.9
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 09.07.03
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Wittelsbacherplatz 2
80333 München
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Schichtstruktur und Verfahren zur Herstellung einer Schichtstruktur

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

B32B/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI

Schichtstruktur und Verfahren zur Herstellung einer Schichtstruktur

- 5 Die Erfindung betrifft eine Schichtstruktur nach Anspruch 1 und ein Verfahren zur Herstellung einer Schichtstruktur nach Anspruch 19.

10 Die US-PS 3,825,364 zeigt eine äußere Wand, die vollkommen porös ausgebildet ist. Zwischen dieser Wand und einem Substrat ist ein Hohlraum vorhanden.

15 Die US-PS 5,080,557 zeigt eine Schichtstruktur aus einem Substrat, einer porösen Zwischenschicht und einer absolut dichten äußeren Schicht.

20 Die US-PS 4,318,666 zeigt im Vergleich zur US-PS 5,080,557 zusätzlich Kühlkanäle in dem Substrat, auf dem eine poröse Zwischenschicht und eine dichte äußere Schicht aufgebracht ist.

Die JP 10-231 704 zeigt ein Substrat mit Kühlkanälen und einer porösen Zwischenschicht.

25 Die PCT/EP02/07029 sowie die US 6,412,541 zeigen eine poröse Struktur innerhalb einer Wand, wobei die Wand wiederum außen eine Beschichtung aufweist. Die Wand und die Beschichtung weisen Kühlkanäle auf.

30 Von G. Cao et al. ist ein Artikel „Pore Narrowing and Formation of Ultrathin Yttria-Stabilized Zirconia Layers in Ceramic Membranes by Chemical Vapor Deposition / Electrochemical Vapor Deposition“ bekannt aus dem Journal of American Ceramic Society aus dem Jahr 1993, bei dem eine
35 Keramik innerhalb einer porösen Keramik abgeschieden wird.

Die bekannten Schichtstrukturen weisen jedoch gelegentlich ein unzureichendes Kühlverhalten auf.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, die Kühlung einer
5 Schichtstruktur zu verbessern.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Schichtstruktur gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren zur Herstellung einer Schicht-
10 struktur nach Anspruch 19.

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen zur Ausgestaltung der Schichtstruktur und des Verfahrens
15 aufgelistet.

Die in den Unteransprüchen aufgelisteten Maßnahmen können in vorteilhafter Art und Weise miteinander kombiniert werden.

20 Die Schichtstruktur weist Kühlkanäle in einem Substrat und in einer porösen, gasdurchlässigen Schicht auf dem Substrat auf. Die poröse Schicht wird durch Poren gebildet, wobei die Poren durch Wände begrenzt werden. Auf diesen Wänden ist erfindungsgemäss zumindest eine Beschichtung vorhanden.

25

Wenn die Durchmesser der Kühlkanäle und/oder die Porengröße der Schicht örtlich variiert werden, so kann die Kühlleistung örtlich variiert werden und beispielsweise einem
30 Druckgradienten entlang der Außenseite der Schichtstruktur angepasst sein.

Die Wärmedämmschicht wird bei der Erfindung als äußere Schicht in die poröse Schicht hinein verlagert. Damit
35 entfallen auch äußere Wände.

Wenn keine äußere dichte Wand, wie beim Stand der Technik, mehr vorhanden ist, muss diese nicht mehr gekühlt werden, so dass die Kühlleistung sinkt.

- 5 Ein größerer Temperaturgradient wird in der Wärmedämmschicht erreicht, die somit das Substrat vor zu hohen Temperaturen schützt.
- 10 Ausführungsbeispiele sind im folgenden näher erläutert.

Es zeigen

Figur 1 eine erfindungsgemäße Schichtstruktur im Querschnitt,

- 15 Figur 2 eine Vergrößerung aus Figur 1,
Figur 3 eine Gasturbine,
Figur 4 eine Brennkammer und
Figur 5 eine Hitzeschildanordnung einer Brennkammer.

20

Figur 1 zeigt eine Schichtstruktur 1, die zumindest aus einem Substrat 4 und einer darauf aufgebracht zumindest teilweisen porösen, zumindest teilweise gasdurchlässigen Schicht 7 besteht.

25

Das Substrat 4 ist beispielsweise ein Turbinenbauteil, insbesondere einer Gasturbine 100 (Fig. 3) oder einer Dampfturbine, wie z.B. eine Tragstruktur, eine Turbinenschaufel 120, 130, eine Brennkammerauskleidung 155 (Fig. 4, 5), oder ein anderes Bauteil, das gekühlt werden muss.

30

Das Substrat 4 ist beispielsweise aus einer nickel- oder kobaltbasierten Superlegierung hergestellt.

- 35 Die Materialien des Substrats 4 und der Schicht 7 können verschieden oder gleichartig (metallisch, keramisch) und/oder ähnlich sein, insbesondere wenn die Zwischenschicht 7 mit dem Substrat 4 zusammen hergestellt wird.

Zwischen dem Substrat 4 und der Schicht 7 können Zwischenschichten vorhanden sein, z.B. eine Haftschrift.

- 5 Die Schicht 7 ist vorzugsweise metallisch und besteht beispielsweise aus einer Korrosionsschutzlegierung des Typs MCrAlX , wobei M zumindest ein Element der Gruppe Eisen (Fe), Kobalt (Co) oder Nickel (Ni) ist. X steht für das Element Yttrium (Y) und/oder zumindest ein Element der Gruppe der
10 Seltenen Erden.

Die Schicht 7 kann teilweise, d.h. beschränkt auf bestimmte Bereiche, eine geringere oder grössere Porosität aufweisen. Die Schicht 7 weist daher in jedem Fall Poren 10 auf. Die
15 Poren 10 werden begrenzt durch Wände 37 (Fig. 2) und/oder Ein/Ausgängen von gasdurchlässigen Verbindungen 20 (Fig. 2) in der Schicht 7.

Innerhalb dieser porösen Schicht 7 ist zumindest eine Beschichtung 40 auf den Wänden 37 aufgebracht (Fig. 2), die
20 die Wände innen auskleidet.

Die poröse Schicht 7 ist beispielsweise schaum- oder schwammartig mit zumindest teilweiser offener, d.h. gasdurchlässiger Porenstruktur ausgebildet. Eine solche
25 schaum- oder schwammartige Struktur kann beispielsweise durch Aufbringen eines Schlickers auf das Substrat 4 hergestellt werden. Durch eine Wärmebehandlung bilden sich bspw. durch Gasbildung Blasen, so dass eine schaumartige Struktur entsteht, die sich gleichzeitig mit dem Substrat 4 verbindet.

30 Das Substrat 4 weist zumindest einen Kühlkanal 16 auf, durch den ein Kühlmedium, wie durch die Pfeile angedeutet, strömen kann.
Dabei ist die poröse Schicht 7 gasdurchlässig ausgestaltet,
35 so dass das Kühlmedium aus dem Kühlkanal 16 in die Schicht 7 und danach durch die Poren 10 und Kühlkanäle 19 strömen kann.

Die Schicht 7 weist an der Oberfläche 43 beispielsweise Stellen auf, an denen das Kühlmedium aus der Schicht 7 austreten kann.

Insbesondere kann auch hier zumindest ein Kühlkanal 19, insbesondere ein Kühlloch 19, d.h. ohne Poren, ausgebildet sein. Die Kühlkanäle 19 können nachträglich eingebracht werden. Insbesondere sind die Kühlkanäle 19 durch gasdurchlässige 20 Verbindungen zwischen den Poren 10 gebildet (Fig. 2).

10 Durch den Austritt eines Kühlmediums aus vielen Öffnungen, d.h. den Poren 10 oder Kühlkanälen 19 an der Oberfläche 43 der Schicht 7 wird eine Effusionskühlung bewirkt.

Die Kühlkanäle 16, 19 sind beispielsweise so zueinander
15 angeordnet, dass ein Kühlmedium möglichst senkrecht zur Oberfläche des Substrats 4 oder der Schicht 7 die Schichtstruktur 1 durchströmt.

Die Schicht 7 muss nicht unbedingt eine Filmkühlung
20 aufweisen. Es kann auch ein geschlossener Kreislauf eines Kühlmediums (Gas, Dampf) vorhanden sein, so dass kein Kühlmedium aus der Schicht 7 austritt, sondern innerhalb der Schicht 7, bspw. entlang einer Strömungsrichtung 25 eines äußeren Heißgases, strömt. Die Schicht 7 ist dann bspw. im
25 Bereich der Oberfläche 43 nicht gasdurchlässig, der Bereich darunter ist aber wieder gasdurchlässig (nicht dargestellt).

Insbesondere können auch Zwischenwände 22 (gestrichelt angedeutet) in der Schicht 7 vorhanden sein, die verhindern, dass
30 das Kühlmedium innerhalb der Zwischenschicht 7 entlang der Strömungsrichtung 25 strömt, weil entlang der Strömungsrichtung 25 ein Druckunterschied, wie beispielsweise in einer Gasturbine 100, vorhanden ist.

Die Zwischenwand 22 kann einzelne Kammern in der Schicht 7
35 bilden, wie aus WO03/006883 bekannt, die Bestandteil dieser Offenbarung sein soll.

Die Zwischenwand 22 kann durch separate, bspw. nicht poröse, Trennwände oder durch nichtgasdurchlässige, aber poröse Bereiche der Schicht 7 ausgebildet sein oder durch Auffüllen bzw. Verschweißen der porösen Zwischenschicht 7 in diesen Bereichen zu dichten Zwischenwänden 22 hergestellt werden. Die Zwischenwand 22 ist dann z.B. ein Bereich, der nicht gasdurchlässig ist und damit eine geschlossene Porenstruktur oder keine Poren (nicht porös) aufweist.

- 10 Die Größe der Poren 10 ist beispielsweise zur äußeren Oberfläche 43 hin kleiner ausgebildet, um eine Verschmutzung der Schicht 7 zu verhindern.

Durch die Ausgestaltung der Innendurchmesser der Kühlkanäle 16, 19 kann der Durchfluss eines Kühlmediums eingestellt werden, um diesen an eine Kühlleistung anzupassen, die ortsabhängig ausgebildet sein kann. Dies kann auch durch eine ortsabhängige Porengröße in der Zwischenschicht 7 eingestellt werden.

20

Figur 2 zeigt eine Vergrößerung der Schicht 7 aus Figur 1, die auf dem Substrat 4 aufgebracht ist.

Die Schicht 7 ist eine poröse oder schaumartige metallische Schicht, wie schon bei Figur 1 beschrieben.

Die Poren 10 werden begrenzt durch Wände 37 und/oder durch die Ein/Ausgänge der gasdurchlässigen Verbindungen 20 zwischen den Poren 10.

Die gasdurchlässigen Verbindungen 20 zwischen den einzelnen Poren 10 und die Poren 10 stellen die Kühlkanäle 19 dar.

Diese verlaufen in der Regel nicht geradlinig (In der Figur 1 schematisch geradlinig dargestellt).

Die Porenstruktur ist so ausgebildet, dass ein Gasdurchlass von der Ausgangsöffnung des Kühlkanals 16 im Substrat 4 zur äußeren Oberfläche 43 der Schicht 7 möglich ist.

Es kann auch geschlossene Poren 10g geben, die von Anfang an geschlossen waren oder durch die Beschichtung 40 verschlossen werden.

- 5 Zumindest auf den Wänden 37 in den Poren 10 der porösen Struktur der Schicht 7 ist zumindest eine Beschichtung 40 aufgebracht. Auch in den Verbindungen 20 und den Kühlkanälen 16 kann zumindest eine Beschichtung 40 aufgebracht werden. Die Beschichtung 40 der Wände 37 der porösen Schicht 7 kann
 10 sich über die ganze Dicke der Schicht 7 hin bis zum Substrat 4 erstrecken oder kann sich nur in einem Oberflächenbereich 13 der Schicht 7 befinden.

- 15 Beispiele für Schichtfolgen innerhalb der Schicht 7 bzw. der Schichtstruktur 1.

Substrat 4: Superlegierung

Schicht 7: MCrAlX

- 20 Beschichtung 40: Keramik

Substrat 4: Superlegierung

Zwischenschicht aus Platin

Schicht 7: MCrAlX

- 25 Beschichtung 40: Keramik

Substrat 4: Superlegierung

Schicht 7: Superlegierung

Erste Beschichtung 40: MCrAlX

- 30 Zweite Beschichtung 40: Keramik (auf erste Beschichtung)

Substrat 4: Superlegierung

Schicht 7: MCrAlX

Erste Beschichtung 40: MCrAlX, modifiziert gegenüber Schicht 7

- 35 Zweite Beschichtung 40: Keramik (auf erste Beschichtung)

Weitere Kombinationen der Materialien für Substrat, Zwischenschichten, Beschichtungen und Schichtabfolge sind möglich.

5 Wesentlich ist eine Beschichtung 40 innerhalb einer porösen Schicht 7.

10 Die Beschichtung 40 ist beispielsweise eine keramische Schicht, die insbesondere als Wärmedämmschicht wirken kann. Dies ist bspw. Aluminiumoxid oder Yttrium-stabilisiertes Zirkonoxid.

Insbesondere können keramische Beschichtungen 40 verwendet werden, die keine Anbindungsschicht an die metallische Zwischenschicht 7 benötigen.

15 Die äußere Beschichtung 40 kann durch Eintauchverfahren; Schlickerauftrag, Plasmaspritzen oder sonstige Verfahren aufgebracht werden.

20 Die poröse Schicht 7 kann vorgefertigt sein und ist beispielsweise durch Löten, Kleben, Schweißen oder sonstige Befestigungsmaßnahmen auf dem Substrat 4, insbesondere direkt, aufgebracht.

Die poröse Schicht 7 kann auch zusammen mit dem Substrat 4 hergestellt, insbesondere gegossen, werden.

25

Bei der Herstellung der Beschichtung 40 kann beispielsweise wie folgt vorgegangen werden.

30 Die poröse Schicht 7 wird mit einem keramischen Schlicker bespritzt oder in eine entsprechende Flüssigkeit eingetaucht (Eintauchverfahren), so dass sich eine Grünsicht auf den Wänden 37 der porösen Struktur 7 abscheidet, die noch verdichtet werden kann. Dies kann durch Sinterung oder Laserstrahlverfahren erfolgen.

35 Das Schichtsystem 1 kann bei neu hergestellten Bauteilen oder auch bei wieder aufgearbeiteten Bauteilen verwendet werden.

Bei wieder aufgearbeiteten Bauteilen werden Bauteile, insbesondere Turbinenschaufeln 120, 130 (Fig. 3) und Brennkammerteilen (Fig. 4, 5), nach dem Einsatz wieder aufgearbeitet (Refurbishment), indem die äußeren Schichten sowie weitere Korrosions- oder Oxidationsschichten entfernt werden. Ebenso wird das Bauteil dabei überprüft auf Risse, die gegebenenfalls repariert werden.

Danach kann das Bauteil wieder mit Schutzschichten 7, 40 versehen werden, um ein Schichtsystem 1 zu bilden.

Die Figur 3 zeigt eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt.

Die Gasturbine 100 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 drehgelagerten Rotor 103 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird.

Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine beispielsweise torusartige Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer 106, mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109.

Die Ringbrennkammer 106 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise vier hinter einander geschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108.

Jede Turbinenstufe 112 ist aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums 113 gesehen folgt im Heißgaskanal 111 einer Leitschaufelreihe 115 eine aus Laufschaufeln 120 gebildete Reihe 125.

Die Leitschaufeln 130 sind dabei an einem Innengehäuse 138 eines Stator 143 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 120 einer Reihe 125 bspw. mittels einer Turbinenscheibe 133 am Rotor 103 angebracht sind. An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

Während des Betriebes der Gasturbine 100 wird vom Verdichter 105 durch das Ansauggehäuse 104 Luft 135 angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 105 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern 107
5 geführt und dort mit einem Brennmittel vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums 113 in der Brennkammer 110 verbrannt.

Von dort aus strömt das Arbeitsmedium 113 entlang des Heißgaskanals 111 vorbei an den Leitschaufeln 130 und den
10 Laufschaufeln 120. An den Laufschaufeln 120 entspannt sich das Arbeitsmedium 113 impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 120 den Rotor 103 antreiben und dieser die an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine.

15 Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetzten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100 thermischen Belastungen. Die Leitschaufeln 130 und Laufschaufeln 120 der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums 113 gesehen ersten Turbinenstufe 112 werden neben den die
20 Ringbrennkammer 106 auskleidenden Hitzeschildsteinen am meisten thermisch belastet.

Um den dort herrschenden Temperaturen standzuhalten, werden diese mittels eines Kühlmittels gekühlt und weisen bspw. eine Schicht 7 gemäss Figur 1, 2 auf.

25 Die thermisch stark belasteten Bauteile können aus Substraten gebildet sein, die eine gerichtete Struktur aufweisen, d.h. sie sind einkristallin (SX-Struktur) oder weisen nur längsgerichtete Körner auf (DS-Struktur).

Als Material werden insbesondere eisen-, nickel- oder
30 kobaltbasierte Superlegierungen verwendet.

Ebenso können die Schaufeln 120, 130 Beschichtungen gegen Korrosion (MCrAlX ; M ist zumindest ein Element der Gruppe Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni), X steht für Yttrium (Y) und/oder zumindest ein Element der Seltenen Erden) und Wärme
35 durch eine Wärmedämmschicht aufweisen. Die Wärmedämmschicht besteht beispielsweise aus ZrO_2 , $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$, d.h. sie ist

nicht, teilweise oder vollständig stabilisiert durch Yttriumoxid und/oder Kalziumoxid und/oder Magnesiumoxid. Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der Wärmedämmschicht erzeugt.

Figur 4 zeigt eine Brennkammer 110 einer Gasturbine 100. Die Brennkammer 110 ist beispielsweise als so genannte Ringbrennkammer ausgestaltet, bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um die Turbinenwelle 103 herum angeordneten Brennern 102 in einen gemeinsamen Brennkammerraum münden. Dazu ist die Brennkammer 110 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Turbinenwelle 103 herum positioniert ist.

Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Brennkammer 110 für eine vergleichsweise hohe Temperatur des Arbeitsmediums M von etwa 1000°C bis 1600°C ausgelegt. Um auch bei diesen, für die Materialien ungünstigen Betriebsparametern eine vergleichsweise lange Betriebsdauer zu ermöglichen, ist die Brennkammerwand 153 auf ihrer dem Arbeitsmedium M zugewandten Seite mit einer aus Hitzeschildelementen 155 gebildeten Innenauskleidung versehen. Jedes Hitzeschildelement 155 ist arbeitsmediumsseitig mit einer besonders hitzebeständigen Schutzschicht ausgestattet oder aus hochtemperaturbeständigem Material gefertigt.

Aufgrund der hohen Temperaturen im Inneren der Brennkammer 110 ist zudem für die Hitzeschildelemente 155 bzw. für deren Halteelemente ein Kühlsystem vorgesehen. Die Hitzeschildelemente 155 können eine Schichtstruktur 1 gemäß Figur 1, 2 aufweisen.

Die Materialien der Brennkammerwand und deren Beschichtungen gemäß vorliegender Erfindung können ähnlich der Turbinenschaufeln 120, 130 sein.

In Figur 5 ist eine Hitzeschildanordnung 160 dargestellt, bei welcher auf einer Tragstruktur 163 flächendeckend nebeneinander Hitzeschildelemente 155 angeordnet sind.

5 Üblicherweise sind beispielsweise zur Auskleidung eines größeren Heißgasraumes, wie z.B. einer Brennkammer 110, mehrere Reihen von Hitzeschildelementen 155 aneinandergrenzend auf der Tragstruktur 163 angeordnet. Die Hitzeschildanordnung 160 kann beispielsweise die Brennkammer 110 und/oder einen Übergangsbereich zwischen
10 Brennkammer 110 und Turbinenschaufel 112 einer Gasturbine 100 auskleiden, um eine Beschädigung der Tragstruktur 163 während des Betriebs der Gasturbine 100 zu verhindern.

Um die thermischen Belastungen zu reduzieren, ist es beispielsweise vorgesehen, die Hitzeschildelemente 155 jeweils
15 auf deren der Brennkammer 110 abgewandten Fläche mittels Kühlluft zu kühlen.

Mindestens zwei benachbarte Hitzeschildelemente 155a, 155b
20 bilden zwischen der Tragstruktur 163 und jeweils der dem Heißgas 113 abgewandten Fläche der Hitzeschildelemente 155a, 155b einen Kühlluftkanal 166. Auf diese Weise kommunizieren die beiden genannten benachbarten Hitzeschildelemente 155a, 155b z.B. über den Kühlluftstrom L, welcher direkt von einem
25 der Nachbarn zum anderen in dem durch die Nachbarn gebildeten, gemeinsamen Kühlluftkanal 166 fließt.

In der Figur 5 sind als Beispiel vier Hitzeschildelemente 155 dargestellt, welche einen gemeinsamen Kühlluftkanal 166 bilden.
30 Es kommt jedoch auch eine deutlich größere Anzahl an Hitzeschildelementen in Frage, welche auch in mehreren Reihen angeordnet sein können.

Die Kühlluft L, welche durch Öffnungen 169, 16 (Fig. 1) in
35 den Kühlluftkanal 166 eingespeist ist, kühlt die Hitzeschildelemente 155 rückseitig beispielsweise mittels Prallkühlung, wobei die Kühlluft L praktisch senkrecht auf

die dem Heißgas abgewandte Fläche der Hitzeschildelemente 155 trifft und dadurch thermische Energie aufnehmen und abführen kann. Die Kühlung der Hitzeschildelemente 155 kann weiterhin durch Konvektionskühlung erfolgen, wobei Kühlluft L dabei im Wesentlichen parallel zur Oberfläche der Hitzeschildelemente 155 an deren Rückseite entlang streicht und dadurch ebenfalls thermische Energie aufnehmen und abführen kann.

In der Figur 5 bewegt sich die Kühlluft L als Kühlluftstrom größtenteils von rechts nach links in dem von den

Hitzeschildelementen 155 gemeinsam gebildeten Kühlluftkanal 166 und kann einem Brenner 107, welcher sich beispielsweise in der Brennkammer 110 befindet, zugeführt werden, um für die Verbrennung genutzt zu werden.

Die Hitzeschildelemente 155 weisen bspw. eine erfindungsgemäße Schichtstruktur 1 gemäß Figur 1 auf. Mit der Schichtstruktur 1 kann auch auf den Kühlkanal 166 verzichtet werden, indem ein Hitzeschildelement 155 mit der Schichtstruktur 1 bspw. direkt auf der Tragstruktur 163, 4 aufgebracht ist.

Patentansprüche

1. Schichtstruktur (1),
zumindest bestehend aus
5 einem Substrat (4) und
einer zumindest teilweise porösen, zumindest teilweise
gasdurchlässigen Schicht (7) auf dem Substrat (4),
wobei die poröse Schicht (7) Poren (10) aufweist,
die von Wänden (37) begrenzt werden,

10 dadurch gekennzeichnet, dass

zumindest auf den Wänden (37) zumindest teilweise
zumindest eine Beschichtung (40) vorhanden ist.

- 15 2. Schichtstruktur nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

20 die Schicht (7) metallisch oder keramisch ist.

3. Schichtstruktur nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

25 das Substrat (4) metallisch oder keramisch ist.

4. Schichtstruktur nach Anspruch 1 oder 2,
30 dadurch gekennzeichnet, dass

die Schicht (7) schaum- oder schwammartig ausgebildet
ist.

5. Schichtstruktur nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
5 die Beschichtung (40) eine keramische Schicht,
insbesondere eine Wärmedammschicht, ist.
- 10 6. Schichtstruktur (1) nach Anspruch 1 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Substrat (4) Kühlkanäle (16) aufweist,
durch die ein Kühlmedium durch das Substrat (4) in die
15 poröse Schicht (7) gelangen kann.
7. Schichtstruktur (1) nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
20 die Materialien des Substrats (4) und der Schicht (7)
verschieden sind.
- 25 8. Schichtstruktur (1) nach Anspruch 1, 4 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schicht (7) Kühlkanäle (19) aufweist.
- 30 9. Schichtstruktur (1) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kühlkanäle (19) durch gasdurchlässige Verbindungen
35 (20) zwischen Poren (10) der Schicht (7) und den Poren
(10) gebildet sind.

10. Schichtstruktur (1) nach Anspruch 6, 8 oder 9,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s

die Kühlkanäle (16, 19) verschiedene Innenquerschnitte,
insbesondere Innendurchmesser, aufweisen,
wodurch der Durchfluss eines Kühlmediums durch die Kühl-
10 kanäle (16, 19) festgelegt ist.

11. Schichtstruktur (1) nach Anspruch 1 oder 4,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s

die Porengröße der Schicht (7) örtlich verschieden ist.

12. Schichtstruktur (1) nach Anspruch 11,

20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s

die Porengröße zur äußeren Oberfläche (43) der Schicht
(7) hin kleiner ist als in der Nähe des Substrats (4).

25

13. Schichtstruktur (1) nach Anspruch 1, 2 oder 4,

 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s

30 die Schicht (7) die Zusammensetzung MCrAlX aufweist,
wobei M zumindest ein Element der Gruppe Eisen (Fe),
Kobalt (Co) oder Nickel (Ni) und
X das Element Yttrium (Y) und/oder zumindest ein Element
der Seltenen Erden ist.

35

14. Schichtstruktur (1) nach Anspruch 1 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass

das Substrat (4) eine nickel- oder kobaltbasierte Super-
legierung ist.

15. Schichtstruktur (1) nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Materialien des Substrats (4) und der Schicht (7)
gleich sind.

16. Schichtstruktur (1) nach Anspruch 1 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass

nur ein Oberflächenbereich (13) der Schicht (7) mit der
zumindest einen Beschichtung (40) versehen ist.

17. Schichtstruktur (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Schichtstruktur (1) zumindest ein Teil eines
Turbinenbauteils,
insbesondere eine Turbinenschaufel (120, 130) oder eine
Auskleidung (155) einer Brennkammer (110),
insbesondere einer Gasturbine (100), ist.

18. Schichtstruktur (1) nach Anspruch 1 oder 16,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Schichtstruktur (1) durch Effusionskühlung kühlbar
ist,

wobei ein Kühlmedium aus der Oberfläche (43) der porösen
Schicht (7) austreten kann.

19. Verfahren zur Herstellung einer Schichtstruktur (1)
nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 18,
bei dem eine zumindest teilweise poröse, zumindest
teilweise gasdurchlässige Schicht (7) auf das Substrat
(4) aufgebracht wird,

wobei die poröse Schicht (7) Poren (10) aufweist,
die von Wänden (37) begrenzt werden,
und dann zumindest teilweise zumindest eine Beschichtung
(40) der Wände (37) erfolgt.

20. Verfahren nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet, dass

die poröse Schicht (7) separat hergestellt wird,
und dann mit dem Substrat (4) verbunden wird.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20,
dadurch gekennzeichnet, dass

die poröse Schicht (7) mit dem Substrat (4) verlötet,
verschweißt, verklebt ist oder durch Haltemittel an dem
Substrat (4) befestigt wird.

19

22. Verfahren nach Anspruch 19,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

5 die poröse Schicht (7) zusammen mit dem Substrat (4)
hergestellt wird.

23. Verfahren nach Anspruch 19 oder 22,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

10 die poröse Schicht (7) zusammen mit dem Substrat (4)
gegossen wird.

15 24. Verfahren nach Anspruch 19,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

die Beschichtung (40) durch ein Eintauchverfahren,
Schichtauftrag oder Plasmaspritzen aufgebracht wird.

20

25. Verfahren nach Anspruch 19,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

25 die Schichtstruktur (1) auf ein neu hergestelltes
Bauteil aufgebracht wird.

26. Verfahren nach Anspruch 19,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

die Schichtstruktur (1) auf ein wieder aufgearbeitetes
Bauteil aufgebracht wird.

35

Zusammenfassung

Schichtstruktur und Verfahren zur Herstellung einer Schicht-
struktur

5

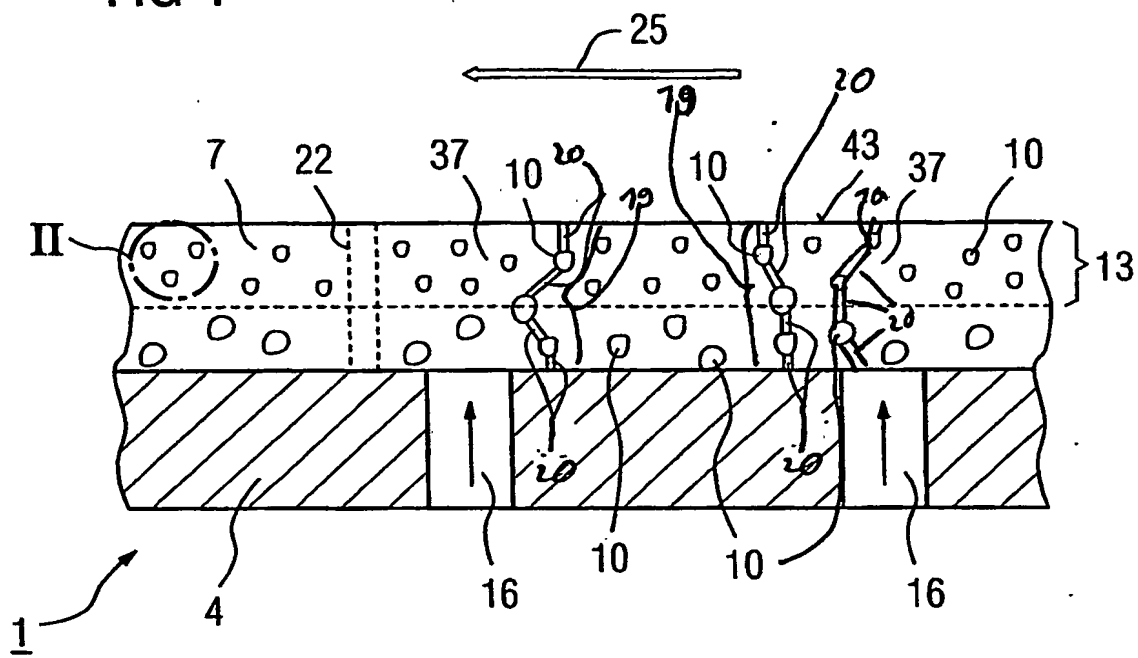
Schichtstrukturen nach dem Stand der Technik weisen eine nicht so effiziente Kühlung gegen ein äußeres heißes Gas auf.

- 10 Die erfindungsgemäß ausgebildete Schichtstruktur (1) weist neben einer porösen Schicht (7) zumindest teilweise eine Beschichtung (40) innerhalb der Schicht (7) auf. Somit wird die Kühlung und der Schutz vor zu hohem Wärmeeintrag in die Schichtstruktur (1) verbessert.

15

Figur 1

FIG 1



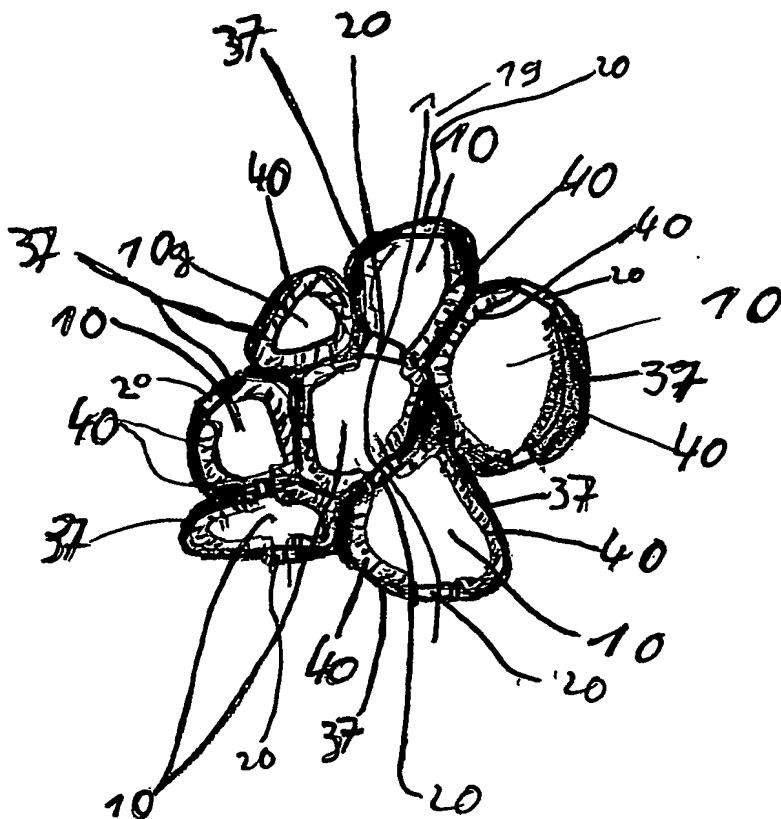
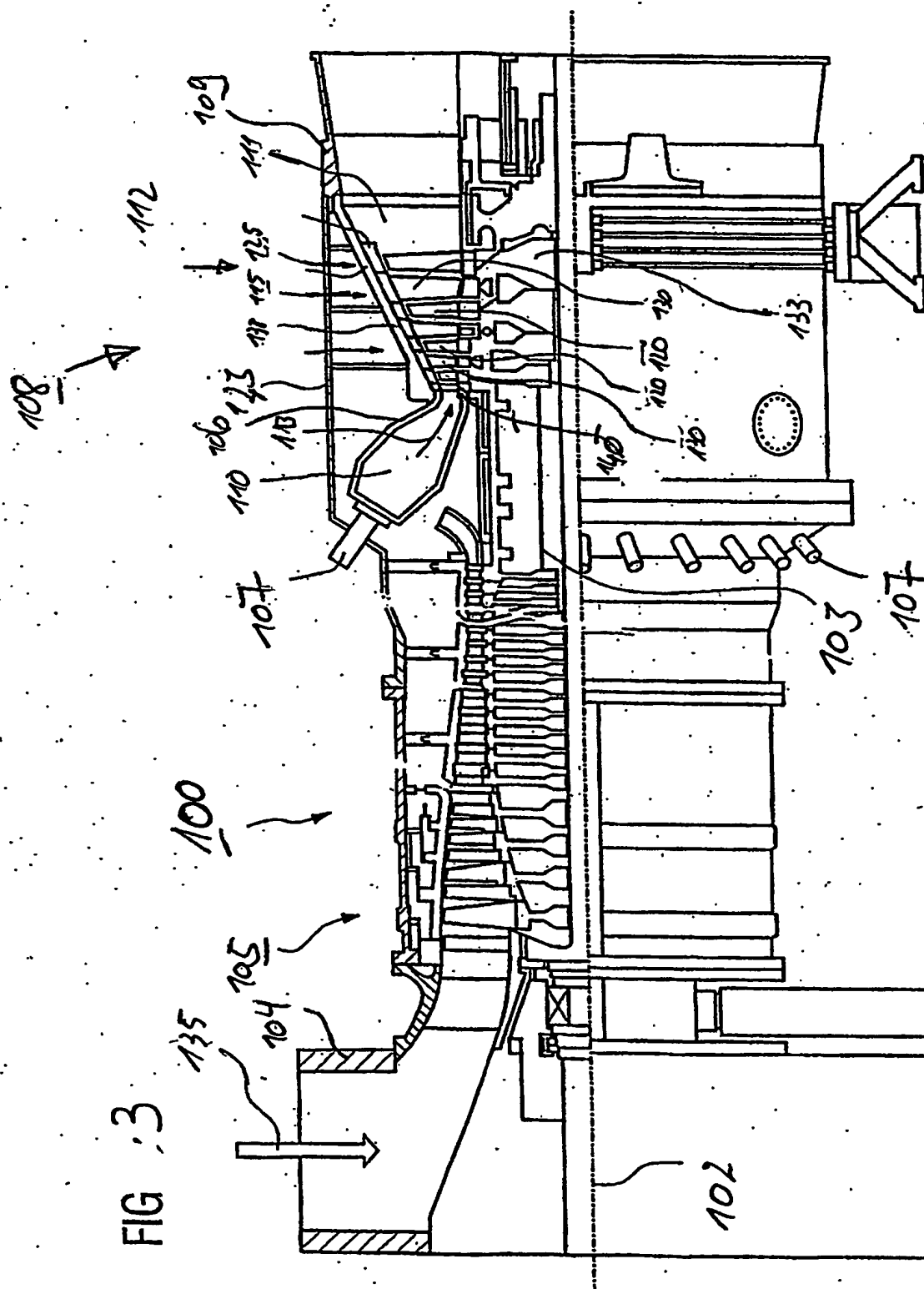


Fig 2



200307493

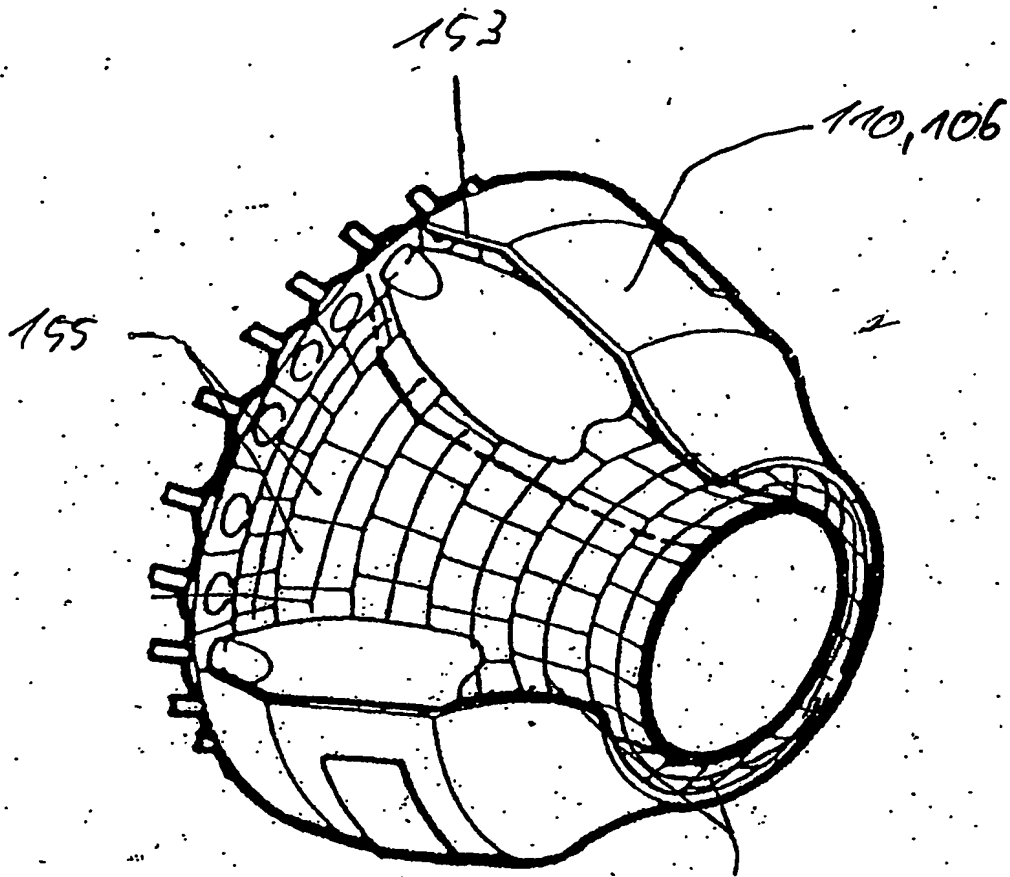
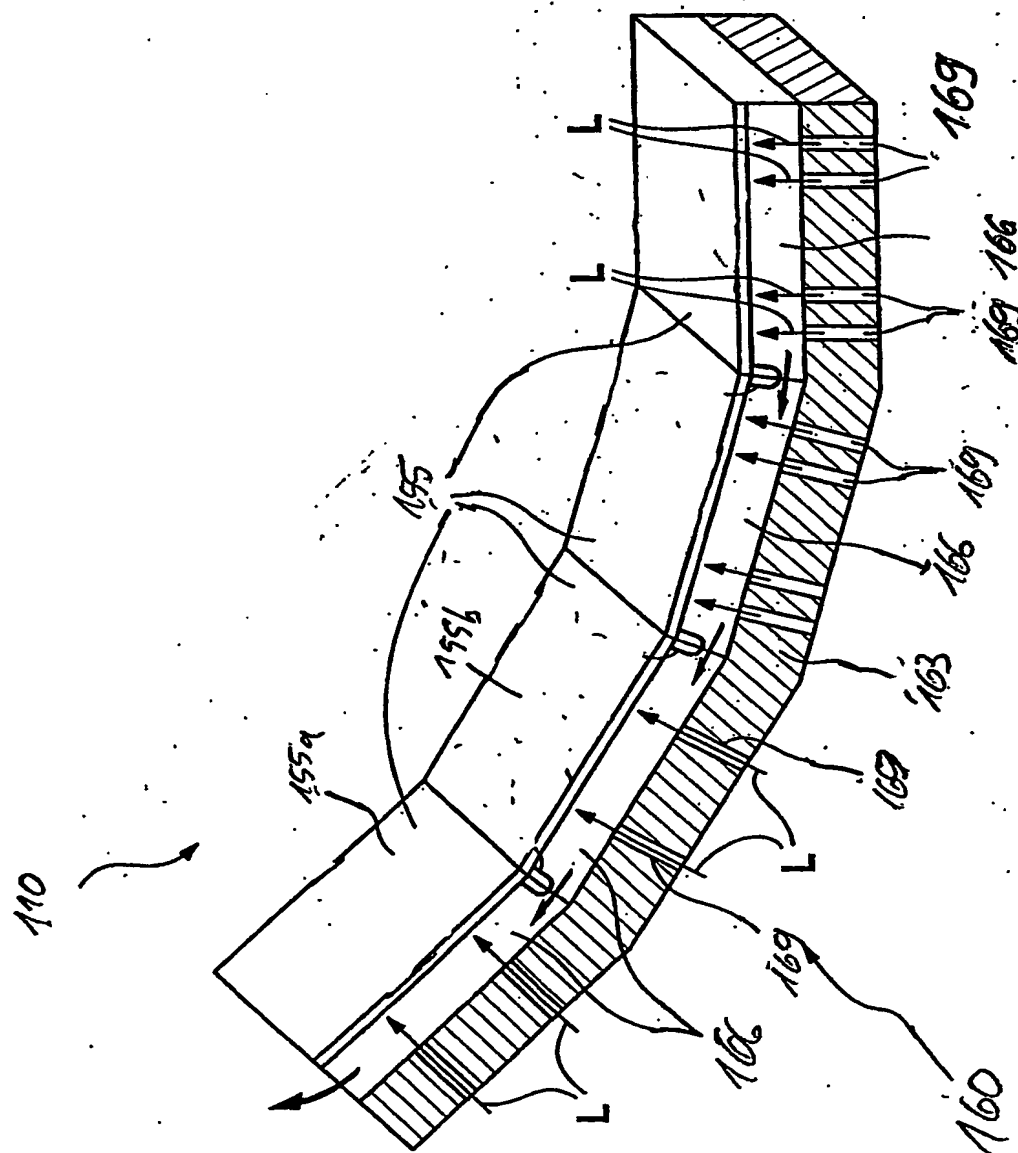


Fig.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.